

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
20 février 2003 (20.02.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 03/014614 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ : **F16L 55/18**

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR02/02793

(22) Date de dépôt international : 2 août 2002 (02.08.2002)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :

01/10563

7 août 2001 (07.08.2001)

FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
FREYSSINET INTERNATIONAL (STUP) [FR/FR]; 1
bis, rue du Petit Clamart, F-78140 Vélizy Cedex (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **STUBLER,**

Jérôme [FR/FR]; 4, rue Leconte de Lisle, F-75016 Paris (FR). **DE MELO, Fernand** [FR/FR]; 6, boulevard de Courcelles, F-75017 Paris (FR). **LECINQ, Benoît** [FR/FR]; 29, avenue René Coty, F-75014 Paris (FR).

(74) Mandataires : **LOISEL, Bertrand** etc.; Cabinet Plasseraud, 84, rue d'Amsterdam, F-75440 Paris Cedex 09 (FR).

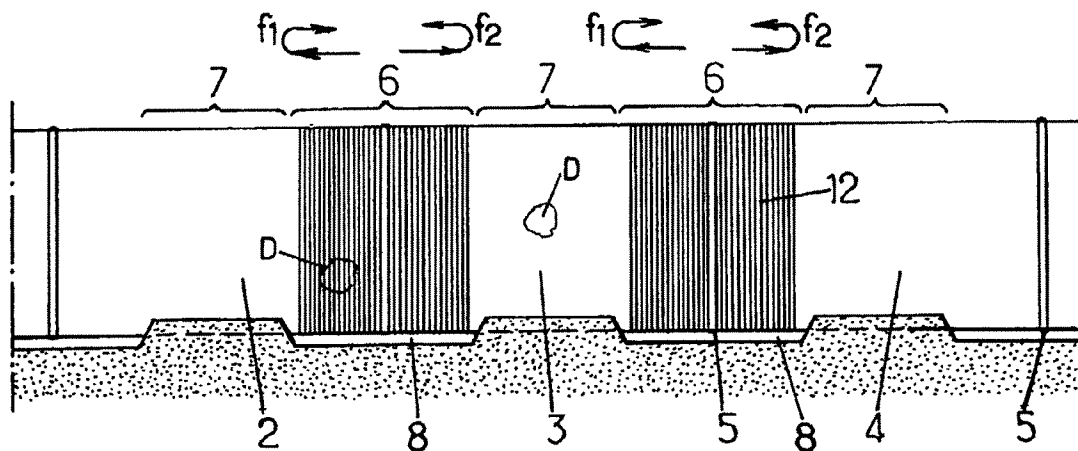
(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR REPAIRING PIPES

(54) Titre : PROCÉDE DE REPARATION DE CONDUITES



(57) Abstract: The invention concerns a method for repairing a pressurised fluid supply pipeline (1) comprising a series of buried prestressed concrete pipe segments (2, 3, 4) which consists in: providing excavations in the trench, beneath suitably set portions (6, 7) of the pipe (1), cleaning up said pipe portions, installing and tensioning the prestressed reinforcements (12) around said portions of the pipe and filling up the excavations with earth material by compacting said material.

(57) Abrégé : Pour réparer une conduite d'adduction (1) d'un fluide sous pression comprenant une succession de segments de tuyau enterrés (2, 3, 4) en béton précontraint, on réalise une tranchée pour dégager une longueur de la conduite, on réalise des excavations dans la tranchée, sous des portions judicieusement placées (6, 7) de la conduite (1), on assainit ces portions de la conduite, on met en place et on tend des armatures de précontrainte (12) autour desdites portions de la conduite et on comble les excavations avec du matériau de sol en compactant ce matériau.



WO 03/014614 A1



FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), brevet
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des
revendications, sera republiée si des modifications sont
reçues

Déclaration en vertu de la règle 4.17 :

— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv) pour US
seulement

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrégia-
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de
la Gazette du PCT.

PROCEDE DE REPARATION DE CONDUITES

La présente invention est relative à un procédé de réparation de conduites enterrées.

Plus particulièrement, l'invention concerne un procédé de réparation de
5 conduites de transport de fluide sous pression formées en assemblant bout à bout des segments de tuyau en béton précontraint.

Ces conduites appartiennent par exemple à un réseau d'adduction d'eau. Dans leur forme la plus courante, ces conduites sont constituées par un assemblage bout à bout de segments de tuyau en béton précontraint, d'un
10 diamètre variant de 0,5 m à 6 m environ. L'eau y circule sous une pression pouvant aller jusqu'à une vingtaine de bars environ. Ces segments de tuyau en béton peuvent comporter un revêtement intérieur en métal (liner). Celui-ci n'est cependant pas conçu pour tenir les efforts de pression dus au fluide en circulation. Ces efforts sont repris par la précontrainte du béton, réalisée au
15 moyen de fils enroulés en spirale à l'extérieur de l'âme en béton du segment de tuyau. Lors de la préfabrication de ce segment, son âme en béton est mise en rotation autour de son axe pour recevoir le fil qui est freiné pour être mis en tension. Ce fil est ensuite protégé contre la corrosion en projetant une couche supplémentaire de béton ou mortier sur quelques dizaines de millimètres.

20 Malgré cette couche de protection et la passivation de l'acier constituant ces fils de précontrainte, il arrive parfois que les fils de précontrainte soient le siège d'une corrosion qui conduit généralement à une dégradation du revêtement de protection, et donc à une accélération du phénomène, qui peut provoquer une rupture des fils et donc une fragilisation
25 structurelle de la conduite, voire sa rupture sous l'effet de la pression du fluide en circulation.

Après avoir détecté l'incident sur un ou plusieurs segments par des méthodes préventives (par détection acoustique notamment), les méthodes traditionnelles consistent d'abord à excaver le matériau (sable, terre ou
30 analogue) entourant les segments détériorés, puis soit à remplacer purement et simplement les segments en question, ce qui impose de vidanger au préalable le réseau d'adduction d'où une gêne considérable pour l'exploitation du réseau, soit à réparer d'une manière artisanale la surface externe de la

conduite, lorsque cette dernière n'a pas encore cédé.

Ces procédés de réparation connus ont pour inconvénient de ne pas prendre en compte les contraintes d'exploitation suivantes :

- 5 - l'excavation du terrain entourant une conduite sous pression de fluide présente un risque d'une part pour la sécurité des intervenants, et d'autre part pour la bonne tenue mécanique des joints entre les segments, ces joints ne pouvant pas travailler en flexion et très peu en cisaillement ;
- ne pas introduire lors de la réparation des déformations ou contraintes supplémentaires sur la conduite ;
- 10 - la restitution de l'assise sur le sol après réparation est nécessaire pour éviter des tassements différentiels ;
- l'obtention d'un niveau de protection élevé des nouvelles armatures de précontrainte ;
- la pérennité des anciens bétons et mortiers se trouvant sous les nouvelles armatures doit être obtenue ;
- 15 - le profil de la précontrainte le long de la conduite doit être optimisé.

La présente invention a notamment pour but d'améliorer la sécurité et la fiabilité des procédés de réparation de telles conduites.

20 Selon l'invention, un procédé de réparation d'une conduite d'adduction d'un fluide sous pression composée d'une succession de segments de tuyau enterrés en béton précontraint, comprend les étapes suivantes :

- réaliser une tranchée pour dégager une longueur de la conduite ;
- réaliser une première excavation dans la tranchée, sous une première portion de la conduite sensiblement centrée sur une jonction entre deux segments adjacents ;
- 25 - mettre en place et tendre au moins une armature de précontrainte autour de la première portion de la conduite ;
- combler la première excavation avec du matériau de sol et compacter ledit matériau ;
- 30 - réaliser une seconde excavation dans la tranchée, sous une seconde portion de la conduite adjacente à la première portion et incluse dans un seul segment ;

- mettre en place et tendre au moins une armature de précontrainte autour de la seconde portion de la conduite ;
- combler la seconde excavation avec du matériau de sol et compacter ledit matériau.

5 Grâce à ces dispositions, il est possible de restaurer une zone endommagée de la conduite tout en respectant les contraintes techniques liées à ce type de structure.

Dans des modes de réalisation préférés de l'invention, on peut éventuellement avoir recours en outre à l'une et/ou à l'autre des dispositions
10 suivantes :

- les premières et secondes portions de la conduite ont une longueur sensiblement égale à une demi-longueur de segment de tuyau ;
- on dispose des armatures avec un espacement régulier le long la première portion de la conduite, on met en tension une armature sur
15 deux en allant de la jonction vers les extrémités de la première portion en espaçant les armatures d'environ deux fois la valeur de l'espacement régulier, puis on met en tension les armatures restantes en revenant vers la jonction ;
- on dispose des armatures avec un espacement régulier le long la
20 seconde portion de la conduite, on met en tension une armature sur deux en allant des extrémités vers le milieu de la seconde portion en espaçant les armatures d'environ deux fois la valeur de l'espacement régulier, puis on met en tension les armatures restantes en revenant vers les extrémités ;
- aux extrémités d'une zone réparée de la conduite, on dispose et on met
25 en tension des armatures autour de la conduite, avec un espacement plus important que dans lesdites premières et secondes portions ;
- pour compacter le matériau de sol dans une des excavations, on positionne deux sabots en dessous de la conduite, de part et d'autre du
30 matériau de sol comblant l'excavation et parallèlement à la conduite, en plaçant un système de liaison entre les sabots, et on actionne le système de liaison pour rapprocher les sabots l'un vers l'autre et comprimer ledit matériau de sol ; pour faciliter le compactage, on peut introduire des

- 4 -

aiguilles dans l'intervalle entre lesdits sabots, et faire vibrer ces aiguilles pendant l'actionnement du système de liaison ;

- le système de liaison comprend au moins deux brins métalliques connectés à l'un des sabots et traversant l'autre sabot, l'actionnement consistant, à l'aide d'au moins un vérin, à tirer sur les extrémités des brins qui dépassent dudit autre sabot en s'appuyant contre celui-ci ;
- avant de combler chaque excavation sous une portion de la conduite, la mise en tension des armatures mises en place autour de ladite portion est effectuée jusqu'à une tension représentant une fraction d'une valeur de précontrainte spécifiée ; après avoir comblé ladite excavation et compacté le matériau de sol, on procède ensuite à un remblayage partiel de la tranchée au droit de ladite portion de façon à laisser apparents des dispositifs de blocage des armatures, on applique une tension supplémentaire aux armatures jusqu'à la valeur de précontrainte spécifiée puis on complète le remblayage de la tranchée ;
- les armatures utilisées sont des torons de précontrainte individuellement gainés.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description suivante d'une de ses formes de réalisation, donnée à titre d'exemple non limitatif, en regard des dessins joints, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en élévation d'une tranchée réalisée dans une première étape d'un procédé selon l'invention pour réparer une conduite endommagée ;
- les figures 2 et 3 sont des vues en élévation illustrant le processus de mise en place et de mise en tension d'armatures autour de portions de la conduite représentée sur la figure 1 ;
- les figures 4 et 5 illustrent un processus de mise en tension supplémentaire des armatures des figures 2 et 3 ;
- la figure 6 est une vue en élévation d'une extrémité de la zone réparée de la conduite ;

- 5 -

- la figure 7 est une vue de dessus d'une série d'armatures consécutives munies de leurs ancrages ; et
- la figure 8 est une vue en coupe transversale d'une portion de la conduite, sous laquelle est installé dispositif de mise en compression du sol.

5 Sur la figure 1, on a représenté une conduite enterrée 1 formée par une succession de segments de tuyau 2, 3, 4 assemblés bout à bout.

La figure 1 en montre une certaine longueur dégagée par creusement d'une tranchée dans le sol. Dans cette longueur, la conduite 1 est endommagée, sa peau présentant des défauts D préalablement détectés par
10 une méthode connue, par exemple une méthode acoustique. La détection n'est pas nécessairement très précise. En pratique, on pourra faire progresser la tranchée le long de la conduite : après avoir mis au jour une première longueur de la conduite, on procède aux réparations à partir d'une extrémité de la
15 tranchée, et après avoir commencé à remblayer à cette extrémité, on continue à creuser la tranchée à l'autre extrémité. On peut progresser ainsi jusqu'à ce que les segments de tuyau mis au jour ne présentent plus de défauts apparents.

Le creusement de la tranchée consiste à enlever le matériau de sol de
20 chaque côté de la conduite 1 sur une largeur suffisante pour permettre l'intervention d'opérateurs humains. La profondeur de la tranchée est un peu supérieure à celle de la base de la conduite. On prend toutefois le soin de ne pas enlever le matériau de sol présent juste au-dessous de la conduite, de façon à supporter le poids de la conduite chargée d'eau.

25 Les réparations effectuées selon l'invention n'imposent généralement pas de vidanger la conduite. Il pourra toutefois être prudent de réduire quelque peu la pression du fluide en circulation compte tenu de l'enlèvement du terrain autour de la conduite dans les zones endommagées, qui ne contribue plus à contre-balancer la pression interne. La pression réduite est calculée en fonction
30 de facteurs tels que la topologie du terrain, la longueur totale de la tranchée, la nature des défauts constatés, etc. La réduction est opérée en intervenant sur les installations en amont de la zone à réparer.

Chacun des segments de tuyau est constitué d'une âme en béton, d'un

- 6 -

diamètre variant de 0,5 m à 6 m environ, comportant ou non un liner interne en métal, et d'une longueur unitaire moyenne d'environ 7,5 m par exemple.

Ces segments 2, 3, 4 sont destinés à acheminer de l'eau sous pression, de l'ordre de 20 bars environ, et sont enterrés ou ensablés en grande
5 partie ou en totalité. De cette manière, le sol environnant exerce une contre-pression sur les parois extérieures des segments 2, 3, 4.

Pour améliorer la résistance de ces segments à la pression du fluide, des fils de précontrainte sont enroulés en spirale selon une ou deux couches sur leur face externe et mis en tension lors de leur bobinage. Une couche
10 supplémentaire de mortier ou de béton projeté recouvre ces fils de précontrainte pour les protéger contre les agents corrosifs éventuellement présents dans le sol.

Chacun des joints 5 entre les segments 2, 3, 4 est formé par emboîtement d'une extrémité droite de l'un des segments adjacents dans un
15 élargissement prévu à l'extrémité de l'autre segment, un mortier de scellement étant appliqué le long de la circonférence du joint. La conduite 1 constitue ainsi un ensemble très rigide qui n'autorise pas d'efforts de flexion ou de cisaillement au niveau des joints.

La corrosion des fils de précontrainte, suite à la pénétration d'agents
20 agressifs dans la couche de mortier protectrice, peut conduire à la rupture d'un ou plusieurs fils métalliques. Ces ruptures sont généralement groupées dans des points de pénétration préférentielle des agents agressifs, et conduisent à une délamination et un émiettement de la couche de mortier protectrice, sous l'effet d'un cisaillement. Ces délaminations sont les défauts apparents D, qui
25 rendent la réparation nécessaire.

Pour réparer la conduite selon l'invention, on vient installer une précontrainte supplémentaire à l'extérieur de la conduite, à l'aide d'armatures
12 disposées autour de la conduite et réparties le long de la zone réparée. Ces armatures sont avantageusement des torons de précontrainte, et de préférence
30 des torons individuellement gainés, ce qui améliore leur résistance à la corrosion.

Avant d'installer ces torons 12, il convient d'assainir la ou les zones endommagées par un traitement mécanique (brossage, martelage,

- 7 -

décapage...), éventuellement complété par un traitement chimique, notamment par un agent inhibiteur de corrosion. Après ces traitements, du mortier est ré-appliqué sur les zones qui ont été grattées afin d'égaliser la surface de la conduite.

5 Pour mettre en place les armatures autour de la conduite 1, il est nécessaire de pratiquer des excavations sous la conduite. Pour éviter que cela induise des contraintes de flexion longitudinale ou de cisaillement indésirables au niveau des joints, on procède à des excavations judicieusement localisées.

10 On distingue pour cela deux types de portions qui se succèdent le long de la conduite (figures 2 et 3) :

- des premières portions de conduite 6 centrées sur les joints 5 entre les segments de tuyau ;

15 - des secondes portions de conduite 7 intercalées entre les premières portions 6 et incluses chacune dans un seul segment de tuyau. Ces secondes portions 7 sont centrées sur les milieux des segments.

La longueur de ces portions 6, 7 est de l'ordre de la moitié de la longueur d'un segment 2, 3, 4. A titre d'exemple, avec les segments précités de 7,5 m, les premières portions 6 peuvent être de 3,5 m et les secondes portions 7 de 4 m.

20 Dans un premier temps, on réalise une excavation dans la tranchée sous une des premières portions 6. Après dégagement du terrain situé sous la conduite, on procède aux travaux d'assainissement éventuellement requis, puis on met en place les torons de précontrainte 12. La symétrie de l'excavation de part et d'autre du plan du joint 5 et l'étendue limitée du porte-à-faux de chaque
25 côté de ce joint (environ un quart de la longueur d'un segment) permettent de minimiser les efforts de flexion et de cisaillement indésirables qui se produisent au niveau du joint. Comme dessiné sur la figure 2, il est possible de former des excavations 8 en même temps sous plusieurs des premières portions 6.

30 Les torons 12 sont engagés dans l'excavation de façon à ceinturer la conduite 1 sur un ou deux tours. Ils sont attachés sur le côté supérieur de la conduite à l'aide d'un dispositif de blocage 11 (figure 7) adapté pour recevoir les deux extrémités d'un ou plusieurs des torons 12.

Dans la réalisation illustrée par la figure 7, chaque toron 12 fait un seul

- 8 -

tour autour de la conduite, et les dispositifs de blocage 11 sont en forme générale de X, avec deux canaux incurvés destinés à recevoir chacun une extrémité d'un toron. Chacun de ses canaux a une embouchure tronconique propre à recevoir un mors d'ancrage tronconique pour le blocage de l'extrémité du toron. Pour tendre celui-ci, on met en place les mors et on tire sur l'une des extrémités dépassant du dispositif de blocage 11 (ou symétriquement sur les deux extrémités), à l'aide d'un actionneur à vérin, en poussant le mors vers l'embouchure tronconique.

Lorsqu'on utilise des torons individuellement gainés, avec de préférence une matière protectrice telle qu'une graisse à l'intérieur de la gaine, il convient de dénuder les extrémités du toron qui seront agrippées par les mors tronconiques avant d'installer ces derniers. Pour compléter la protection contre la corrosion, on peut utiliser des dispositifs de blocage 11 réalisés en acier revêtu d'une couche protectrice de matière plastique. Après la mise en tension définitive du toron, on peut couper ses extrémités dépassant des mors et placer des bouchons en matière plastique par-dessus ces extrémités, ce qui permet d'avoir une épaisseur de matière plastique (par exemple un polyéthylène à haute densité) sur la totalité des organes de précontrainte sensibles à la corrosion.

En variante, on peut faire deux tours de la conduite avec chaque toron et utiliser des dispositifs de blocage tels que celui décrit dans la demande de brevet français 01 03537.

Sur la figure 2, on a représenté une série de torons 12 mis en place autour des segments de tuyau et mis en tension de manière symétrique afin d'éviter les sollicitations dissymétriques sur les joints.

En général, le calcul de structure définit un besoin de précontrainte par unité de longueur, qui détermine d'une part une densité de torons, en nombre de spires par mètre de conduite, et d'autre part une consigne de tension de chaque toron. Les torons 12 sont placés avec un espacement sensiblement constant entre deux torons voisins, correspondant à l'inverse du nombre de spires par mètre de conduite. Comme le montre la figure 7, quand cet espacement est relativement petit, on peut disposer les dispositifs d'ancrage 11 en quinconce sur le côté supérieur de la conduite, pour avoir la place de les

installer puis de les équiper de l'actionneur à vérin.

Les figures 2 à 5 illustrent un déroulement possible des opérations de mise en place et de mise en tension des armatures de précontrainte 12 autour de la conduite. On notera que ces opérations peuvent aussi être effectuées
5 suivant diverses autres séquences.

La procédure de mise en tension illustrée par la figure 2 est appliquée pour atteindre une fraction seulement (par exemple 50 %) de la consigne de tension. Cette procédure est par exemple la suivante pour chacune des premières portions 6 :

- 10 - on tend d'abord un toron sur deux torons selon un mouvement aller à partir du joint 5 en direction des secondes portions adjacentes 7 ; puis
- on tend les torons restants selon un mouvement retour en revenant vers le joint 5.

Ces mouvements aller et retour sont illustrés par les flèches f1, f2 sur
15 la figure 2.

La phase suivante, illustrée par la coupe transversale de la figure 8, consiste à combler l'excavation formée sous la première portion 6 avec le matériau de sol 9 qui a été précédemment enlevé, puis à compacter ce matériau sous la conduite pour former un talon rétablissant localement l'assise
20 de la conduite.

Le compactage de ces talons est avantageusement opéré à l'aide de deux sabots 13, 14 positionnés en dessous de la conduite de chaque côté du matériau 9 avec lequel l'excavation 8 a été comblée. Ces sabots sont orientés parallèlement à la conduite et reliés entre eux par un système de liaison 15-17
25 permettant de les rapprocher mutuellement en comprimant le matériau 9.

Dans l'exemple de la figure 8, le système de liaison comprend des brins métalliques 15, par exemple des torons de précontrainte. Chacun de ces brins 15 est connecté à l'un des sabots 14, par exemple à l'aide d'un manchon filé 17 prenant appui contre le bord d'un orifice prévu dans ce sabot 14 et traversé par le brin 15. Son autre extrémité traverse le sabot opposé 13 où un
30 actionneur à vérin 16 est positionné. Cet actionneur 16 prend appui contre ce sabot 13 et est activé pour tirer sur l'extrémité dépassante du brin 15.

Pour améliorer le compactage du matériau 9, on adjoint aux sabots 13,

- 10 -

14 un système de mise en vibration du genre couramment utilisé pour vibrer du béton. Ce système comporte des aiguilles vibrantes 19 qui pénètrent la couche de terrain compactée en traversant les sabots 13, 14. Les vibrations transmises par ces aiguilles pendant l'activation des actionneurs 16, assurent une
5 diminution de taux de vide du matériau 9 et donc une amélioration de son tassement.

Après avoir rétabli l'assise de la conduite 2 sous les premières portions 6, on effectue d'autres excavations dans la tranchée, sous les secondes portions de conduites 7 adjacentes aux premières portions 6 qui viennent d'être
10 réparées.

Le mode opératoire est similaire à celui décrit précédemment pour les premières portions 6. On assainit si nécessaire la surface de la conduite dans la zone de la seconde portion 7 mise à jour par l'excavation 8, puis on met en place les armatures 12 avec l'espacement requis. La procédure de mise en
15 tension illustrée par la figure 3 est appliquée pour atteindre la même fraction (par exemple 50 %) de la consigne de tension. Cette procédure est la suivante pour une des secondes portions 7 :

- on tend d'abord un toron sur deux torons selon un mouvement aller dirigé des extrémités de la portion 7 vers son milieu ; puis
- 20 - on tend les torons restants selon un mouvement retour revenant vers les extrémités.

On comble ensuite l'excavation 8 avec du matériau de sol qu'on compacte de la même manière que précédemment.

Ce mode opératoire est répété de proche en proche sur une certaine
25 longueur de conduite dans la tranchée. A ce stade, les torons 12 positionnés autour des premières et secondes portions 6, 7 de la conduite ne sont serrés qu'à un certain pourcentage de la valeur de consigne, ce qui assure leur positionnement adéquat autour de la conduite et une première phase de précontrainte.

30 La mise en tension peut être complétée ultérieurement, après un remblayage partiel de la tranchée, comme illustré par les figures 4 et 5. La hauteur de remblai est choisie de façon à laisser un accès suffisant aux dispositifs de blocage pour venir installer l'actionneur à vérin utilisé pour tendre

- 11 -

les torons 12. la mise en tension supplémentaire, jusqu'à la valeur de consigne, peut être effectuée selon une séquence semblable à la première mise en tension, avec des mouvements aller et retour dans chacune des premières et secondes portions 6, 7. Ces mouvements aller et retour, où une armature sur
5 deux est mise en tension, sont illustrés par les flèches f_1 et f_2 sur la figure 4 (premières portions 6), et par les flèches f_3 et f_4 sur la figure 5 (secondes portions 7).

Lorsque ces opérations de mise en tension sont achevées, on procède au remblayage complet de la tranchée.

10 En variante, on applique progressivement la tension supplémentaire au cours du remblayage. On peut pour cela procéder en plusieurs étapes de remblayage successives jusqu'au niveau illustré par les figures 4 et 5, en augmentant à chaque étape la tension appliquée aux torons 12.

15 Pour optimiser le profil de la précontrainte au voisinage de l'extrémité de la zone réparée ou d'une autre singularité, on peut augmenter localement l'espacement entre les torons 12 le long de la conduite par rapport à l'espacement adopté dans les portions 6 et 7 précédemment décrites, comme représenté sur la figure 6.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de réparation d'une conduite d'adduction de fluide sous pression (1) composée d'une succession de segments de tuyau enterrés (2, 3, 4) en béton précontraint, comprenant les étapes suivantes :

- 5 - réaliser une tranchée pour dégager une longueur de la conduite (1) ;
- réaliser une première excavation (8) dans la tranchée, sous une première portion de la conduite (6) sensiblement centrée sur une jonction (5) entre deux segments adjacents ;
- mettre en place et tendre au moins une armature de précontrainte (12)
- 10 autour de la première portion de la conduite ;
- combler la première excavation avec du matériau de sol (9) et compacter ledit matériau ;
- réaliser une seconde excavation dans la tranchée, sous une seconde portion de la conduite (7) adjacente à la première portion et incluse dans
- 15 un seul segment ;
- mettre en place et tendre au moins une armature de précontrainte (12)
- autour de la seconde portion de la conduite ;
- combler la seconde excavation avec du matériau de sol et compacter ledit matériau.

20 2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel les premières et secondes portions de la conduite (6, 7) ont une longueur sensiblement égale à une demi-longueur de segment de tuyau.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel on dispose des armatures (12) avec un espacement régulier le long la première portion de la

25 conduite (6), on met en tension une armature sur deux en allant de la jonction (5) vers les extrémités de la première portion en espaçant les armatures d'environ deux fois la valeur de l'espacement régulier, puis on met en tension les armatures restantes en revenant vers la jonction.

4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel on dispose des

30 armatures (12) avec un espacement régulier le long la seconde portion de la

conduite (7), on met en tension une armature sur deux en allant des extrémités vers le milieu de la seconde portion en espaçant les armatures d'environ deux fois la valeur de l'espacement régulier, puis on met en tension les armatures restantes en revenant vers les extrémités.

5 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, aux extrémités d'une zone réparée de la conduite (1), on dispose et on met en tension des armatures (12) autour de la conduite, avec un espacement plus important que dans lesdites premières et secondes portions (6, 7).

10 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, pour compacter le matériau de sol (9) dans une des excavations (8), on positionne deux sabots (13, 14) en dessous de la conduite (1), de part et d'autre du matériau de sol comblant l'excavation et parallèlement à la conduite (1), en plaçant un système de liaison (15-17) entre les sabots, et on
15 actionne le système de liaison pour rapprocher les sabots l'un vers l'autre et comprimer ledit matériau de sol.

7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel on introduit des aiguilles (19) dans l'intervalle entre lesdits sabots (13, 14), et on fait vibrer ces aiguilles pendant l'actionnement du système de liaison (15-17).

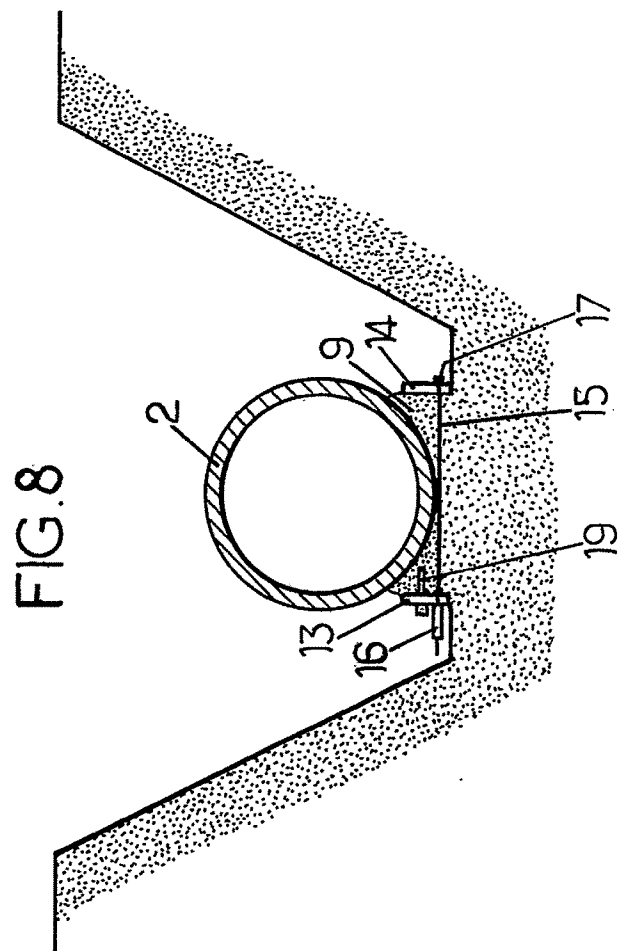
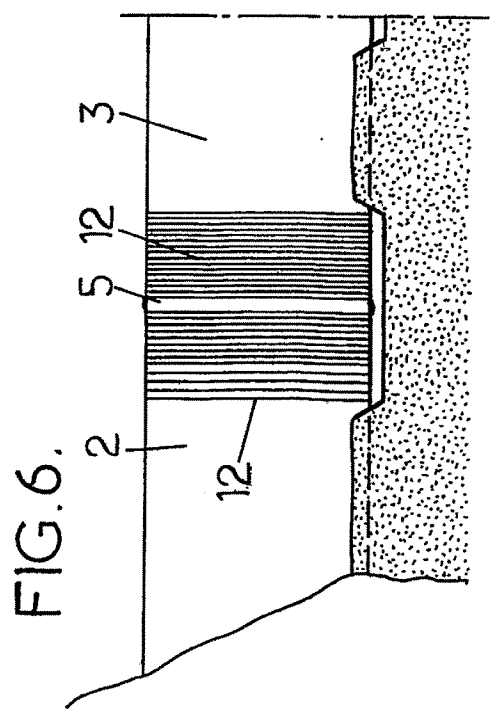
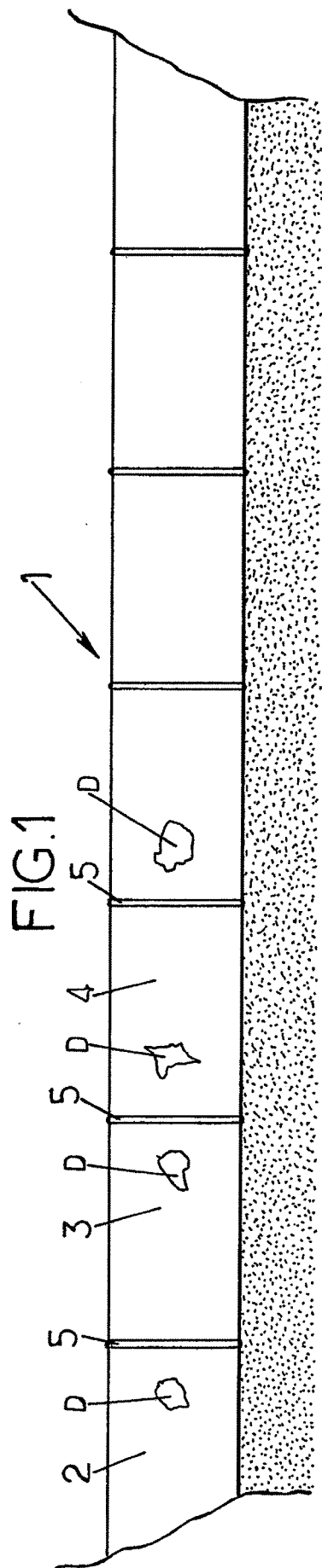
20 8. Procédé selon la revendication 6 ou 7, dans lequel le système de liaison comprend au moins deux brins métalliques (15) connectés à l'un des sabots (14) et traversant l'autre sabot (13), l'actionnement consistant, à l'aide d'au moins un vérin (16), à tirer sur les extrémités des brins qui dépassent dudit autre sabot en s'appuyant contre celui-ci.

25 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel avant de combler chaque excavation sous une portion (6, 7) de la conduite, la mise en tension des armatures (12) mises en place autour de ladite portion est effectuée jusqu'à une tension représentant une fraction d'une valeur de précontrainte spécifiée, et dans lequel après avoir comblé ladite
30 excavation (8) et compacté le matériau de sol (9), on procède à un remblayage

partiel de la tranchée au droit de ladite portion de façon à laisser apparents des dispositifs (11) de blocage des armatures, on applique une tension supplémentaire aux armatures jusqu'à la valeur de précontrainte spécifiée, puis on complète le remblayage de la tranchée.

- 5 10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel la tension supplémentaire est appliquée progressivement au cours du remblayage.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel lesdites armatures sont des torons de précontrainte individuellement gainés (12).



2/3

